

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-254919

(43)Date of publication of application : 19.09.2000

(51)Int.Cl.

B29B 17/00
C04B 18/20
// B29K 63:00
B29K105:06
B29K105:26
B29K307:04
B29L 31:10

(21)Application number : 11-062873

(71)Applicant : TORAY IND INC

(22)Date of filing : 10.03.1999

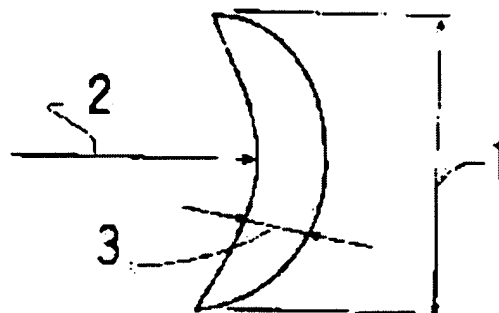
(72)Inventor : KITANO AKIHIKO
SHINODA TOMOYUKI
NISHIYAMA HITOSHI

(54) DISCARDED FRP CRUSHED MATERIAL AND CEMENT MATERIAL, CONCRETE MEMBER OR RESIN MEMBER CONTAINING THE CRUSHED MATERIAL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce required energy consumption for recycling discarded fiber-reinforced plastics and economically recycle the plastics maintaining mechanical physical properties even when the plastics are included in a matrix such as cement or a resin by specifying the constant directional diameter and the minimum curvature radius.

SOLUTION: The discarded FRP crushed product is obtained by shredding fiber-reinforced plastics(FRP) into small pieces through using the compression impact force and tearing force of a shredder, roll mill or the like. The minimum curvature radius 2 of the shred is 150 mm or less and the constant directional diameter 1 is 3 mm or more. Thus the crushed products interfere with each other to contribute to the increase of void volume and the subsequent smooth penetration of the included cement or resin and high strength thereof. Since the crushed products are curled, their mutual entanglement occurs making the cement or resin hardly separable even



after the development of cracks. The crushed products are made of disposed fiber-reinforced plastics as a raw material and the resin need not be separated from the fiber. Thus the crushed products are recycled by adding the shreds to the cement or the resin material and consequently, the energy required for crushing is saved to a large extent with a low manufacturing cost and the manufacture of the reused product having sufficient strength.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.08.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the FRP grinding object suitable for recycling the FRP trash collected from the commercial scene, its manufacture approach, the moldings containing this grinding object, and its manufacture approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] Although FRP has been used more widely [in the sport field, the aircraft field, the automobile field, and other general industrial fields] than they are a light weight and high endurance, the recycling law is important for it in a rise of the interest about an environmental problem.

[0003] The thermal recycling method which it grinds as a conventional approach of carrying out recycle use of the disposal FRP, and surface area is enlarged, is burned, and is used as a heat source, and the approach of taking out and carrying out material recycle only of the reinforcement fiber which ground too, melted only resin and became short are learned. However, in these conventional recycling law, since a grinding process and a heating process are given for Disposal FRP, even if it will pass through the processing process which consumes a lot of above energy which fabricates FRP and can recycle a format top, it has not meant having solved the environmental problem globally. The recycling law of low energy recyclable without [consumption energy is large and] grinding since a grinding process is repeated until the process of grinding FRP and pulverizing becomes the magnitude of hundreds of micrometers or dozens of micrometers or less was called for.

[0004] Although the reason for grinding FRP minutely is considered for raising added value, such as the machine physical properties of a base material, when a grinding article is mixed in other base materials, such as cement and resin, it does not serve as a technique which is equal to practical use compared with the improvement width of face of machine physical properties as a recycle article which the effort which grinding takes is [article] larger for whether your being Haruka, and has forced economical efficiency.

[0005] On the other hand, although the crushing process was known as a last process of grinding, there was no way of thinking that the recycle article which has utility value on the level of the crushing object which has not hung the effort was made, it progressed further, and the attempt in which the configuration and dimension of Disposal FRP were controlled in the phase of crushing was not made.

[0006] Since sporting gear etc. has FASHON nature and it is collected from a commercial scene in a cycle shorter than an aircraft member also in an FRP member, the present condition is that the technique which can reuse the abandonment sport member made from FRP with little energy is searched for immediately.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The technical problem which this invention tends to solve is to offer the practical recycle article which does not spoil machine physical properties also when injection energy required for the above-mentioned recycle of Disposal FRP is made smaller than before and it mixes in base materials, such as cement and resin, and is economical (cost competitiveness).

[0008] That is, the purpose of this invention is to offer the member which made the technique and

recycle article which recycle the above-mentioned disposal FRP by low cost contain, and these manufacturing methods.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, this invention offers the abandonment FRP debris characterized by for unidirectional particle diameter being 3mm or more, and the minimum radius of curvature being 150mm or less.

[0010] Or the abandonment FRP debris characterized by the filling factor when gathering only abandonment FRP debris being within the limits of 0.2-0.7 is offered.

[0011]

[Embodiment of the Invention] This invention is explained to that one embodiment at a ***** detail. The debris of this invention is characterized by crushing the hardened FRP trash which consists of a commercial scene or reinforcement fiber collected from the production process, and resin in a configuration with deflection using impulse force, the tear force, tensile force, shearing force, compressive force, thermal stress, the electromagnetic-like force, etc. When debris interfered, and the voidage been and mentioned later becomes large and it mixes in cement, resin, etc. because debris has deflection, about [becoming lightweight], cement, and resin serve as high intensity being easy to sink in. Furthermore, since debris is entangled, even after a crack goes into cement or resin, it becomes possible to present the mode in which it does not dissociate easily. Moreover, there is effectiveness, such as excelling in mechanical physical properties, not only in field inboard but in the thickness direction. Furthermore, since it is stabilized in three dimension and gestalt maintenance can be carried out, there is no problem that a grinding object sediments in the base material at the time of shaping which tends to be produced by the minute grinding object. Furthermore, it is suitable also for manufacturing a member with a clearance taking advantage of voidage.

[0012] First, the abandonment FRP debris of the letter of curl of this invention can be manufactured by the single equipment or two or more equipment groups which wafer-ize the hardened fiber reinforced plastics (it omits Following FRP) which consist of for example, reinforcement fiber and resin.

[0013] As concrete equipment, shredder is begun and autogenous tumbling mills, such as secondary crushers, such as primary crushers, such as a joke crusher, a gyratory crusher, and a cone crusher, and a hammer crusher, a roll crusher, a roll mill, a stamp mill, an edge runner, a cutter mill, and a rod mill, an erotic fall mill, and a cascade mill, are mentioned. In order to manufacture debris with the deflection of this invention, it is desirable to make it compression impulse force and the tear force act into a crusher style. It is desirable to carry out crushing by the rotary knife with the blunt (for the radius-of-circle radius of the edge of a blade to be 0.5mm or more) edge of a blade which does not use the shearing edge which has GURAINDO and the sharp edge of a blade, but contacts in debris and a comparatively large area. In order to suppress scattering of crushing powder or to suppress the effect of heating, the effect of a spark, and the effect of static electricity at the time of crushing, it is also desirable to crush underwater and in a high humidity ambient atmosphere. Moreover, in order to obtain the debris which has deflection, it is also effective to crush to the matter and coincidence softer than FRP, such as cloth, and plastics, rubber material.

[0014] Since it is impossible to obtain only debris with deflection on the occasion of crushing, in order to take out debris with curvature out of debris, the selector by the screen, the wind force, hydraulic power, etc. can be used. Of course, even if it mixes in cement or resin, without passing through a sorting process where the debris of this invention and the grinding object of other configurations are included so that it may mention later, it does not interfere.

[0015] The reason FRP must be a hardened material is that it is easy to have the deflection configuration above-mentioned [debris], according to wafer-izing or a crushing process. In the non-hardened material condition, since reinforcement fiber can be moved freely, even if it tears, it is hard to divide and it can divide, a gestalt cannot be held in three dimension like the debris which this invention hardened. Moreover, non-hardening resin adheres to the interior of wafer-izing or shredding equipment, and may make the function of equipment impossible.

[0016] DSC can determine decision whether Abandonment FRP has hardened. Whenever [desirable

hardening / to which wafer-ization becomes easy] is 60% or more. Moreover, it is also desirable to include the last process which promotes hardening in wafer-ized equipment. As a concrete hardening promoting method, heating, electron beam irradiation, curing agent addition, etc. are mentioned.

[0017] as an example of the typical configuration of the debris of this invention -- about -- the falcation of drawing 1 , the coiled form of drawing 2 , the shape of S character of drawing 3 , and drawing 4 -- many -- the configuration of being foliaceous is mentioned. The criteria which judge quantitatively whether it has deflection are decided in the magnitude of the minimum radius of curvature (refer to drawing 1), and the minimum radius of curvature of the magnitude of the desirable deflection in this invention is 100mm or less more preferably 150mm or less. In addition, depending on the case, the detailed pilliform configuration or projection configuration of reinforcement fiber or matrix resin exists in a front face, and the minimum radius of curvature is defined as being in every part, or decision may sometimes be difficult. Moreover, it is not *(ing) defining the minimum radius of curvature as being also in a too much small part to the actual condition. Therefore, in an FRP particle, it is practical that a size (refer to drawing 1) measures radius of curvature only about a part 0.5mm or more, and defines the minimum radius of curvature. When debris interfered, and the voidage been and mentioned later becomes large and it mixes in cement, resin, etc. because the minimum radius of curvature is below the upper limit of this range, while becoming lightweight, cement and resin serve as high intensity being easy to sink in. Furthermore, since debris has curled and it is entangled mutually, even after a crack goes into cement or resin, the mode in which it does not dissociate easily is presented. With an optical microscope, for a photograph, radius of curvature can carry out the image processing of the debris as a two-dimensional image, and can ask for it. Only the FRP grinding object which is within the limits of said radius of curvature is counted, and there is also a view which defines volume % of the FRP grinding object concerned from the total amount of the volume. However, the view which defines radius of curvature with a volume mean-curvature radius is more precise as follows.

Valve flow coefficient= $\sigma(V_i - C_i) / \sigma(V_i)$

(valve flow coefficient: A volume mean-curvature radius, radius of curvature of the grinding object of eye C_i :i watch, volume of the grinding object of eye V_i :i watch)

As magnitude of the grinding object of this invention, it is desirable that unidirectional particle diameter is 7mm or more more preferably 3mm or more. If smaller than the lower limit of the above-mentioned range, the probability which debris becomes entangled, or contacts, opposes, suits, interferes mutually and suits may become less enough, and it will become inadequate on the strength improving it.

[0018] Unidirectional particle diameter is what measured the dimension of the fixed direction on the assumption that the grinding object was statistically configured at random on a flat surface (refer to the 5th edition of a chemical engineering handbook assumption, and p.219 pages), and it asks in this invention using the cross section of 2 100cm. A mesh and a screen are used in order to classify debris. It does not interfere, even if it uses a sorting machine automatic [using a wind force, hydraulic power, magnetism, an eddy current, suspension, light etc.].

[0019] Moreover, as for the filling factor (value which subtracted voidage from 1) when gathering only the debris which has deflection, it is desirable to have become within the limits of 0.2-0.7. If less than the lower limit of this range, there will be little crushing significant work which interferes and suits, and cement and the resin material which made this contain will be easily separated after maximum load. Moreover, it is because the reinforcement of the cement which debris changed into the condition of having contacted rather than it became entangled, and mixed debris, or resin material may not improve as considered if it exceeds the upper limit of this range. It is 0.3-0.6 more preferably. In addition, in addition to the debris of this invention, in mixing in cement or resin material with regards to a filling factor, even if it makes the conventional grinding object mix, it does not interfere.

[0020] Next, with the abandonment FRP in this invention, a tennis racket, a golf shaft, Transportation device members, such as sporting gear, such as a fishing rod, an automobile, and an aircraft, Glass, carbon which are used for the Building Department material, such as a bath boiler and a wallplate, etc., Pulp, Dacron, nylon, Vinylon, an acrylic, aramid, modacryl, Various reinforcement fiber, such as an alumina and silicon nitride, an epoxy resin, an unsaturated polyester resin, Thermosetting resin, such as

phenol resin, benzoxazine resin, and vinyl ester resin, Or polyethylene, polypropylene resin, polyamide resin, ABS plastics, It is the so-called plastic waste which covered thermoplastics, such as resin, such as POCHIBUCHIREN terephthalate resin, polyacetal resin, and a polycarbonate, and these resin by alloy-ized ERASHITOMA, such as modified resin and rubber. Since it is covered by resin, adhesion with cement and resin material is good, and possible for a member with high reinforcement.

[0021] Since the debris of this invention is using discarded FRP as the start raw material, and resin and fiber are not separated and separation cost is unnecessary, it is low cost, and the cost of cement or a resin member which made this debris contain can be reduced to practical use level. Especially, in this invention, since there is little injection energy which crushing takes, it is the very small recycling law of an environmental load.

[0022] the next -- the inside of Abandonment FRP -- a golf shaft, a fishing rod, a roll, a driveshaft, and a truss -- cylindrical plastic wastes, such as a tube, are easy to become the configuration where debris had deflection and are desirable. Moreover, since thermoplastics waste [FRP] is high toughness, it is easy to make it into a configuration with deflection.

[0023] Since FRP containing a carbon fiber is excellent in alkali resistance and can maintain reinforcement in the long run, one desirable also in FRP is desirable. Although there are a PAN system and a pitch system in a carbon fiber, either is desirable, but in order to make it have deflection at the time of crushing, the high intensity fiber (an elastic modulus is 200GPa(s) - 800GPa, and reinforcement is 2500MPa-10GPa) of a PAN system is desirable. When mixing cement, an elastic-modulus difference with cement becomes it small that an elastic modulus is within the limits of 200GPa-400GPa, distortion concentration is lost, cold resistance and freeze-thaw resistance especially improve, and it is desirable. In order to present the shape of fibril while fiber crushes in containing organic fiber, such as an aramid fiber and poly CHIREN fiber, since it interferes each other in debris, it is desirable.

[0024] As resin, the modified resin of the epoxy resin which is excellent in alkali resistance, polyester resin, vinyl ester resin, and these resin is desirable. The epoxy resin is excellent also in the adhesive property, and the most desirable.

[0025] Next, cement, concrete, and resin are mixed and the debris of this invention can be used for them.

[0026] As a method of fabricating cement material, the well-known fabricating methods, such as the fabricating method, the blasting fabricating method, etc. which are slushed into shuttering, can be used. When there is the need of saying that it makes homogeneity distributing debris, shaping to slush is desirable, and workability is sprayed and is desirable. [of shaping]

[0027] As described above in the case of cement, since equal distribution of the waste FRP debris which has deflection is carried out in three dimension in cement, it can make cement material high intensity also in the thickness direction. Moreover, although cement material is divided by low distortion, it is making the debris of this invention mix, and it becomes possible to present the mode in which a load burden is carried out without dividing also after a crack arises in cement.

[0028] All well-known cement can be used as concrete cement. For example, it is special cement, such as various Portland cement, such as ordinary portland cement, an early strength cement, moderate heat Portland cement, and sulfuric-acid-proof Portland cement, white cement, alumina cement, slag cement, pozzolanic cement, fly ash cement, Roman cement, natural cement, Portland blast furnace cement, particle cement, and foaming cement. Moreover, it is also possible to mix and use two or more sorts of cement.

[0029] Furthermore, it is possible to also make the grinding object / powder-like object which becomes cement from the abandonment FRP generated at the time of debris manufacture of this invention in addition to the FRP debris of this invention, and the lightweight aggregate generally mixed in cement material add. Specifically, organic high polymers, such as polypropylene, polyethylene, styrene, ethylene, urethane, a phenol, polyester, an acrylic, and a butadiene rubber latex, etc. can be used as inorganic fine-particles ingredients, such as hollow objects, such as silica sand, sand, ballast, fly ash, milt balun, a pearlite, glass balun, SiO₂ and aluminum 2O₃, FeO and CaO, Na₂O, and MgO, and fizz resin fine particles.

[0030] Especially, its water absorption is small, and since glass balun can make water / cement ratio small and its reinforcement improves, it is desirable. 200 - 5000 % of the weight of pairs of the mixed ratio of a lightweight aggregate is desirable to 40 to 150 weight %, and FRP to cement. Under in the lower limit of this range, if the dispersibility of FRP may be checked and the upper limit of this range is exceeded, specific gravity becomes large too much and destruction may arise with a self-weight.

[0031] Although a water reducing agent is also usable, it is desirable to **** to 200 or less % of the weight to FRP 10 or less % of the weight to cement. At less than 1 % of the weight, water reducing hardening is small to cement, and workability is not enough. Since the fire protecting performance of a cement hardening object will tend to fall and ingredient cost will go up if 10 % of the weight is exceeded to cement, it is not desirable. As a concrete water reducing agent, there are an AE water-reducing agent and a high-range water reducing agent.

[0032] Necessarily uniformly, when cement material is large-sized, the gestalt of mixing to cement material does not interfere, even if it arranges lightweight fillers, such as calcium carbide [that it is still more nearly lightweight than waste / FRP / and low cost], in the center of thickness of cement material and arranges the debris of this invention on the surface of cement material. In order to arrange alternatively the debris which has deflection, it is also effective to carry out division shaping of the cement material. That is, it is making it cover and unify into the cement containing the debris which has deflection for surface some or surface all of cement material that was stiffened at the usual process etc.

[0033] The perimeter of the FRP debris of this invention does not interfere, even if cement has adhered in binder so that debris may be connected, even if everywhere covered into cement. If everywhere covered into cement, reinforcement will improve remarkably, but since specific gravity also becomes large, it is relation with weight and it is desirable to adjust the coating weight of cement moderately. The method of driving out air bubbles and gas with vibration, heat, etc. after mixing to a wrap case everywhere into cement is effective, and it is effective to make air and gas mix or to make foam mix as an approach of reducing coating weight.

[0034] Furthermore, since debris carries out gestalt maintenance in three dimension with a comparatively big dimension when the debris of this invention is as large as several cm, even if it does not use shaping auxiliary materials, such as a cement pattern frame used at the time of cement shaping, cement and cement admixture can hold to the space between debris, and the member of the configuration near a desired gestalt can be fabricated. By shaping auxiliary materials, such as shuttering, becoming unnecessary, a cement member can be extremely fabricated by low cost. As an amount of mixing of the debris of desirable this invention, it is 3% - 70%. It becomes weight, reinforcement, and the cement material that was able to balance cost in the range of this claim. It is 3% - 40% more preferably.

[0035] In addition, cement material When it inclines toward a surface and it is made to distribute debris, it becomes high intensity near the surface and a member receives bending, it is desirable, but the FRP grinding object of this invention is alternatively arranged on the surface of cement material, and if adhesion of cement is lessened and it is made the shape of porous one, sound absorption characteristics and water retention can also be given. Since the porous section is easy to be supplemented with a seed or soil, effectiveness, such as becoming the habitation location of vegetation or a microorganism, is also produced. In this case, as for the amount of mixing of the debris near the front face, it is desirable that it is 10% - 30%. Of course, even if form material, a metal plate, etc. are laid under the cement material, it does not interfere with it, and, and it is a solid or the configuration of a cement member is a configuration of arbitration. [that it is hollow]

[0036] In addition, since alkali resistance may be required of a grinding object in the case of the cement member used in an environment with much humidity, as for the reinforcement fiber of a grinding object, it is desirable that more Vinyon fiber with alkali resistance, aramid fibers, modacryl fiber, and carbon fiber are contained.

[0037] Since the cement material of this invention is excellent in a light weight, high intensity, low cost, and corrosion resistance, it is suitable for the offshore structure, such as horticulture supplies, such as a flowerpot, a flower bed fence, and yard side plates, a tetrapod, a revetment wall, and a spindle, as

structural members, such as the Building Department material, such as house roofs, such as a wallplate, a roof agent, flooring, a cement roof tile, and ****, and an outer wall. More specifically, they are various structural materials, such as a residence, a hotel, a school, a hospital, an office, a theater, a gymnasium, and an office building. In addition, as an application, a water penetration panel, a basic panel, a noise suppression panel, a heat insulation panel, a tetrapod, a telegraph pole, a gutter, a Hume pipe, a roofing tile, and the structure for tree planting are also mentioned.

[0038] Next, the debris of this invention can be used, making it able to mix also in resin or rubber. As typical resin, the modified resin which alloy-ized thermoplastics, such as resin, such as thermosetting resin, such as an epoxy resin, an unsaturated polyester resin, phenol resin, benzoxazine resin, and vinyl ester resin, or polyethylene, polypropylene resin, polyamide resin, ABS plastics, POCHIBUCHIREN terephthalate resin, polyacetal resin, and a polycarbonate, and these resin is mentioned.

[0039] the case where it is made to mix in the above-mentioned cement -- the same -- resin -- also setting -- the debris of eye a from book -- being local (alternative) -- even if it makes it arrange, and it makes it arrange to homogeneity, it does not interfere. Moreover, even if it really fabricates, and it carries out division shaping, it does not interfere. Moreover, even if it covers multiple times and repeats hardening, it does not interfere. Moreover, even if it uses together the filler/add-in material other than the debris of this invention, it does not interfere. Since specific gravity is lower than cement in the case of resin, 3% - 60% of the addition of the debris of this invention is suitable.

[0040] The materials for which lightweight nature, such as the Building Department material, such as house roofs, such as engineering-works materials, such as a panel used in sporting goods, such as a top plate of a ping-pong table, a panel of a basketball, and a score, a participant's notice panel, and a construction site and a notice plate, a cement roof tile, and ****, and an outer wall, and other industrial materials, endurance, and low cost are needed as an application of a resin member can be considered. In a building use, phenol resin is excellent in thermal resistance, and its generating gas at the time of combustion is also desirable few.

[0041] In addition, since destruction is localized and a crack does not progress to the whole member like the case where it mixes in cement also when it mixes in resin, the property which is not in the former that a nail can be struck arises. If the debris containing rubber material, such as a tire and a belt, is mixed, nailing ***** will improve further.

[0042] Although impurities other than FRP may mix a coating, a label, a metal, etc. in Abandonment FRP, since it finally becomes high cost to remove these contaminants, it does not interfere, even if contained within the limits of extent which does not injure the property of the last cement material. 10% or less of the rate of these impurities is desirable, and is more desirable. [5% or less of]

[0043]

[Example] An example describes the description of the cement material of this invention.

(Example 1) the product made from carbon fiber reinforced composite materia (a carbon fiber -- two kind: -- an elastic modulus -- 300 GPa) collected from the commercial scene The thing of on-the-strength 5600MPa, elastic-modulus 400GPa, on-the-strength 3000MPa, For an epoxy resin and fiber content, whenever [70% and hardening] is [resin] 95% of golf shaft cylinder (die length of 50cm - 80cm). After carrying out crushing (injection energy is 660 kJ) of the diameter of 5mm - 12mm for 1 minute by the 1 shaft impact crusher, it applied to the 6mm screen and 1kg of debris with which a constant direction radius has 6mm or more and deflection with a radius of curvature of 8cm or less was obtained. It was 0.6 when the filling factor was measured by filling up a 1l. plastic container with this debris, and pouring out water.

[0044] Ordinary portland cement, a water reducing agent, standard sand, and water were mixed with this debris (100 % of the weight of debris, 60 % of the weight of water, water reducing material 3 % of the weight, 100 % of the weight of standard sand), it was recuperated, and the cement plate (20mm in 30cmx30cm, thickness) was obtained. [rate] [as opposed to / Mixing ratio / cement] This cement plate has the hole in a front face and the interior, and it was checked as a result of cross-section observation that debris is carrying out homogeneity distribution in three dimension. Having water permeability, specific gravity was 1.3.

[0045] The test piece for bend test (95x60x20mm) was cut down from this cement plate, it was 170% of the blank cement hardening object with which maximum load does not add debris as a result of carrying out a three-point bending test, and the load burden was carried out, without a test piece separating after maximum too heavy like blank cement.

[0046] Moreover, when the test piece for bend test cut down from the above-mentioned cement plate was left for three months all over the sea, the green object had adhered to the hole section. Furthermore, change was not looked at by the maximum too heavy one and destructive mode when the bending test of the piece of an exam was carried out.

(Example 2) In the example 1, except having set weight % of debris to 60, it was made the same as an example 1, and the cement plate (20mm in 30cmx30cm, thickness) was obtained. This cement plate also has the hole in a front face and the interior, and it was checked as a result of cross-section observation that debris is carrying out homogeneity distribution in three dimension. Having water permeability, specific gravity was 1.4.

[0047] The test piece for bend test (95x60x20mm) was cut down from this cement plate, it was 130% of the blank cement hardening object with which maximum load does not add debris as a result of carrying out a three-point bending test, and the load burden was carried out, without a test piece separating after maximum too heavy like blank cement.

[0048] Moreover, when the test piece for bend test cut down from the above-mentioned cement plate was made to absorb water and the thermal cycling test (convection-current time amount 10 minutes, 3000 cycles) was carried out at -30 degrees C - 80 degrees C, neither a crack nor exfoliation was accepted. Change was not looked at by the maximum too heavy one and destructive mode when the bending test of the piece of an exam was furthermore carried out.

(Example 3) the product made from carbon fiber reinforced composite materia (a carbon fiber -- two kind: -- an elastic modulus -- 500 GPa) collected from the commercial scene The thing of on-the-strength 3000MPa, elastic-modulus 450GPa, on-the-strength 3000MPa, For an epoxy resin and fiber content, whenever [74% and hardening] is [resin] 95% of fishing rod cylinder (die length of 80cm - 120cm). After crushing the diameter of 6mm - 15mm by the 1 shaft impact crusher (consumption energy 600kJ/kg), it applied to the 10mm screen and 500g of debris with which a constant direction radius has 10mm or more and deflection with a radius of curvature of 60mm or less was obtained. It was 0.4 when the filling factor was measured by filling up a 1l. plastic container with this debris, and pouring out water.

[0049] this debris and polyester resin (base resin 100 section, curing agent 1 section) -- a mixing ratio -- it mixed at the rate 100:100 and the resin panel with a thickness of 9mm which has polyurethane foam (one 30 times the firing scale factor of this) with a thickness of 5mm in the center was obtained. It was checked as a result of cross-section observation that debris is carrying out homogeneity distribution in three dimension with the gestalt which sandwiches polyurethane foam in the symmetry. The specific gravity of the part except polyurethane was 1.4.

[0050] When this resin panel was cut down for the square and having been considered as the top plate of a ping-pong table, it turned out that it has a hit ball sound lighter than a wooden (25mm in thickness) thing.

[0051] Moreover, it has checked carrying out a load burden succeedingly, without separating a test piece after maximum too heavy, when the bending test of the test piece cut down from the above-mentioned resin plate was carried out.

(Example 1 of a comparison) the product made from carbon fiber reinforced composite materia (a carbon fiber -- two kind: -- an elastic modulus -- 300 GPa) collected from the same commercial scene as an example 1 The thing of on-the-strength 5600MPa, elastic-modulus 400GPa, on-the-strength 3000MPa, 70%, resin carried out 95% of golf shaft cylinder (die length of 50cm - 80cm, 5mm - 12mm) with the epoxy resin, fiber content pulverized it by the grinder (grain-size #80) whenever [hardening], (the particle size of a grinding article is about 20 micrometers), and 1kg CFRP powder was obtained. Injection energy was 8000 kJ. Then, the filling factor was 0.9 when the filling factor was measured by filling up a 1l. plastic container with this debris, and agitating and pouring out water.

[0052] Ordinary portland cement, a water reducing agent, standard sand, and water were mixed with this debris (100 % of the weight of debris, 60 % of the weight of water, water reducing material 3 % of the weight, 100 % of the weight of standard sand), it was recuperated, and the cement plate (20mm in 30cmx30cm, thickness) was obtained. [rate] [as opposed to / Mixing ratio / cement]

[0053] It was checked that this cement plate is homogeneous as a result of cross-section observation. There was almost no water permeability and specific gravity was 1.7.

[0054] The test piece for bend test (95x60x20mm) was cut down from this cement plate, as a result of carrying out a three-point bending test, maximum load is 90% of a blank cement hardening object which does not add debris, and the test piece was separated after maximum too heavy.

[0055]

[Effect of the Invention] According to this invention, the disposal FRP debris which was suitable by adding and recycling in cement or resin material rather than the conventional grinding article can be obtained. Moreover, since the energy which crushing takes is small, very low cost recycle is attained and it can be said that social contribution is very high.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-254919
(P2000-254919A)

(43) 公開日 平成12年9月19日 (2000.9.19)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
B 2 9 B 17/00		B 2 9 B 17/00	4 F 3 0 1
C 0 4 B 18/20	Z A B	C 0 4 B 18/20	Z A B
// B 2 9 K 63:00			
105:06			
105:26			

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-62873
(22) 出願日 平成11年3月10日 (1999.3.10)

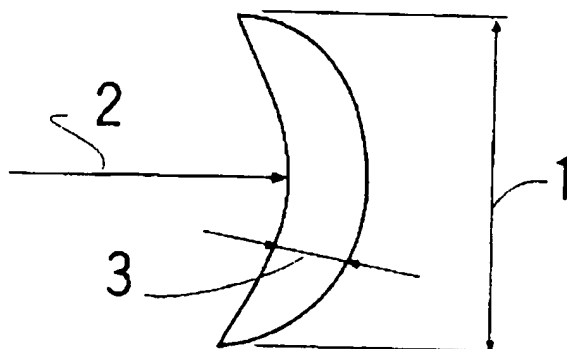
(71) 出願人 000003159
東レ株式会社
東京都中央区日本橋室町2丁目2番1号
(72) 発明者 北野 彰彦
愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地 東
レ株式会社愛媛工場内
(72) 発明者 篠田 知行
愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地 東
レ株式会社愛媛工場内
(72) 発明者 西山 等
愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地 東
レ株式会社愛媛工場内
Fターム(参考) 4F301 AA25 BA02 BA12 BA21 BE30
BF11 BF31

(54) 【発明の名称】 廃棄FRP破砕物およびそれを含有するセメント材、コンクリート部材乃至は樹脂部材

(57) 【要約】

【課題】 廃棄FRPのリサイクルに必要な投入エネルギーを従来より小さくし、かつ、セメントや樹脂などの母材に混入した場合にも機械物性を損なわず、かつ、経済性（コスト競争力）のある、実用的なリサイクル品を提供することにある。

【解決手段】 定方向径が3mm以上であり、最小曲率半径が150mm以下であることを特徴とする廃棄FRP破砕物。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 定方向径が3mm以上であり、最小曲率半径が150mm以下であることを特徴とする廃棄FRP破砕物。

【請求項2】 廃棄FRP破砕物のみを集めた時の充填率が0.2～0.7の範囲内であることを特徴とする廃棄FRP破砕物。

【請求項3】 円筒状物である廃棄FRPを破砕してなることを特徴とする請求項1または2記載の廃棄FRP破砕物。

【請求項4】 該廃棄FRP破砕物が、炭素繊維を含有することを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載のセメント材。

【請求項5】 該FRPが少なくとも熱可塑樹脂またはエポキシ樹脂を含有するとを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の廃棄FRP破砕物。

【請求項6】 請求項1乃至5のいずれかに記載のFRP破砕物を含有するコンクリート製部材。

【請求項7】 請求項1乃至5のいずれかに記載のFRP破砕物を含有する樹脂部材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、市場から回収されたFRP廃棄物をリサイクルするのに適したFRP粉砕物およびその製造方法、および該粉砕物を含有する成形物およびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】FRPは、軽量、高耐久性であることより、スポーツ分野、航空機分野、自動車分野、その他一般産業分野で広く使用されてきたが、環境問題への関心の高まりとともに、そのリサイクル法が重要となっている。

【0003】廃棄FRPをリサイクル利用する従来の方法としては、粉砕して表面積を大きくして燃焼させて熱源として利用するサーマルリサイクル法と、やはり粉砕して樹脂だけを溶かすなどして短くなった補強繊維だけを取り出すなどしてマテリアルリサイクルする方法が知られている。しかし、これら従来のリサイクル法では、廃棄FRPを粉砕工程、加熱工程を施すことから、FRPを成形する以上の大量のエネルギーを消費する加工工程を経ることになり、形式上はリサイクルできても、グローバルには環境問題を解決したことにはなっていない。FRPを粉砕、微粉砕するという工程は、数百μmあるいは数十μm以下の大きさになるまで粉砕工程を繰り返すため消費エネルギーが大きく、粉砕なしでリサイクルできる低エネルギーのリサイクル法が求められていた。

【0004】FRPを微小に粉砕する理由は、粉砕品をセメントや樹脂などの他の母材に混入した場合に、母材の機械物性等の付加価値を向上させるためと考えられるが、機械物性の向上幅に比べ、粉砕に要する労力の方が

遙かに大きく、経済性を強いられるリサイクル品として、実用に耐える技術とはなっていない。

【0005】一方、粉砕の前工程として粗砕工程が知られているが、労力を掛けていない粗砕物のレベルで利用価値のあるリサイクル品ができるという発想はなく、さらに進んで、粗砕の段階で廃棄FRPの形状や寸法をコントロールするという試みはなされたことはなかった。

【0006】FRP部材の中でも、スポーツ用具などはファッション性があり、航空機部材よりも短いサイクルで市場から回収されてくるので、FRP製の廃棄スポーツ部材を少量のエネルギーで再利用できる技術が緊急に求められているのが現状である。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明が解決しようとする課題は、上記した廃棄FRPのリサイクルに必要な投入エネルギーを従来より小さくし、かつ、セメントや樹脂などの母材に混入した場合にも機械物性を損なわず、かつ、経済性（コスト競争力）のある、実用的なりサイクル品を提供することにある。

【0008】すなわち、本発明の目的は、上記した廃棄FRPを低コストでリサイクルする技術およびリサイクル品を含有させた部材、およびそれら製造法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、定方向径が3mm以上であり、最小曲率半径が150mm以下であることを特徴とする廃棄FRP破砕物を提供する。

【0010】または、廃棄FRP破砕物のみを集めた時の充填率が0.2～0.7の範囲内であることを特徴とする廃棄FRP破砕物を提供する。

【0011】

【発明の実施の形態】この発明をその一実施態様に基ずいて詳細に説明する。本発明の破砕物は、市場あるいは、生産工程から回収した補強繊維と樹脂からなる硬化したFRP廃棄物を衝撃力、引き裂き力、引張力、剪断力、圧縮力、熱応力、電磁気的力等を利用して、曲がりを持つ形状に破砕したことを特徴とする。破砕物が曲がりを有することで、破砕物同士が干渉しあって、後述する空隙率が大きくなり、セメントや樹脂などに混入した場合に軽量となるばかりかセメントや樹脂が含浸し易く高強度となる。さらには、破砕物同士が絡み合っているためにセメントや樹脂にクラックが入った後も容易に分離しないというモードを呈することが可能となる。また、面内方向だけでなく、厚み方向にも機械的物性に優れる等の効果もある。さらには、3次元的に安定して形態保持できるため、微小な粉砕物で生じがちな成形時の母材中に粉砕物が沈降するという問題がない。さらには、空隙率を生かして、隙間のある部材を製造するのにも適している。

【0012】まず、本発明のカール状の廃棄FRP破砕物は、例えば、補強繊維と樹脂からなる硬化した繊維強化プラスチック（以下FRPと略す）を小片化する単一の装置あるいは複数の装置群により製造することができる。

【0013】具体的な装置としては、シュレッダーをはじめ、ジョーククラッシャー、ジャイレトリクラッシャー、コーンクラッシャーなどの粗砕機、ハンマークラッシャーなどの粗砕機、ロールクラッシャー、ロールミル、スタンプミル、エッジランナー、カッターミル、ロッドミルなどの中砕機、エロフォールミル、カスケードミルなどの自生粉碎機が挙げられる。本発明の曲がりを持つ破砕物を製造するためには、破砕機構の中に、圧縮衝撃力および引き裂き力が作用するようにすることが好ましい。グラインドや鋭利な刃先を有する剪断刃を使用するのではなく、破砕物と比較的広い面積で接触する刃先の鈍い（刃先の丸み半径が0.5mm以上）回転刃で粗砕することが好ましい。破砕時には、破砕粉の飛散を抑えたり、加熱の影響、火花の影響、静電気の影響を抑えるために水中や高湿度雰囲気中で破砕することも好ましい。また、曲がりを持つ破砕物を得るために、布やプラスチック、ゴム材などFRPよりも柔らかい物質と同時に破砕することも有効である。

【0014】破砕に際しては、曲がりのある破砕物のみを得ることは不可能であるので、破砕物の中から曲率を持つ破砕物を取り出すには、篩、風力、水力等による選別装置を用いることができる。勿論、後述するように選別工程を経ずに、本発明の破砕物とその他の形状の破砕物を含んだ状態でセメントや樹脂に混入しても差し支えない。

【0015】FRPが硬化物でなければならない理由は、小片化あるいは破砕工程により破砕物が上述の曲がり形状を有し易いからである。未硬化物状態では、補強繊維は自由に動くことができるので、引き裂き、分断しにくく、たとえ分断できても、本発明の硬化した破砕物のように3次的に形態を保持することができない。また、未硬化樹脂は小片化あるいは破砕装置の内部に付着するなどして装置の機能を不能にしてしまう可能性もある。

【0016】廃棄FRPが硬化しているかどうかの判断はDSCにより決定できる。小片化が容易になる望ましい硬化度は60%以上である。また、小片化装置に硬化を促進する前工程を組み込むことも好ましい。具体的な硬化促進法としては、加熱、電子線照射、硬化剤添加などが挙げられる。

【0017】本発明の破砕物の代表的な形状の一例としては、大凡図1の三日月状、図2のコイル状、図3のS字状、図4の多葉状といった形状が挙げられる。曲がりを持つかどうかを定量的に判断する基準は、最小の曲率半径（図1参照）の大ききで決められ、本発明にお

る好ましい曲がりの大きさは、最少曲率半径は150mm以下、より好ましくは100mm以下である。なお、場合によっては、表面に補強繊維やマトリクス樹脂の微細な毛状形状乃至は突起形状が存在して、どの部分でもって最小曲率半径を定義するか判断が困難なこともあり得る。また、あまりに小さい部分でもって、最小曲率半径を定義するのは、実態に則していない。従って、FRP粒子において、太さ（図1参照）が0.5mm以上の部分についてのみ曲率半径を計測し、最小曲率半径を定義するのが实际的である。最小の曲率半径が本範囲の上限値以下であることで、破砕物同士が干渉しあって、後述する空隙率が大きくなり、セメントや樹脂などに混入した場合に軽量となると同時にセメントや樹脂が含浸し易く高強度となる。さらには、破砕物がカールしているため互いに絡み合っているためにセメントや樹脂にクラックが入った後も容易に分離しないというモードを呈する。曲率半径は、例えば、破砕物を光学顕微鏡で写真にとり、2次元映像として画像処理して求めることができる。前記曲率半径の範囲内にあるFRP粉砕物のみをカウントして、その体積の総量より当該FRP粉砕物の体積%を定義する考え方もある。しかし、以下の通り、体積平均曲率半径により、曲率半径を定義する考え方がより精密ではある。

$$C_v = \Sigma (V_i \cdot C_i) / \Sigma (V_i)$$

（ C_v ：体積平均曲率半径、 C_i ：i番目の粉砕物の曲率半径、 V_i ：i番目の粉砕物の体積）

本発明の粉砕物の大きさとしては、定方向径が3mm以上、より好ましくは7mm以上であることが好ましい。上記範囲の下限値より小さいと、破砕物同士が絡み合う、あるいは接触して反発しあうなどして互いに干渉しあう確率が十分ではなくなる可能性があり、強度向上が不十分となる。

【0018】定方向径とは、粉砕物を平面上で統計的にランダムに配位していることを前提とし、一定方向の寸法を測定したもの（化学工学便覧仮定第5版、p. 219頁参照）で、本発明においては、100cm²の断面積を用いて求める。破砕物を分級するには、メッシュや篩を用いる。風力、水力、磁力、渦電流、浮遊、光などを利用した自動の選別機を使用しても差し支えない。

【0019】また、曲がりを持つ破砕物のみを集合させた時の充填率（1から空隙率を引いた値）は、0.2～0.7の範囲内となっていることが好ましい。本範囲の下限値を下回ると干渉しあっている破砕物の数が少なく、これを含有させたセメントや樹脂材は最大荷重後に容易に分離してしまう。また本範囲の上限値を上回ると破砕物同士は絡みあうというより接触した状態となり、破砕物を混入したセメントや樹脂材の強度は思ったように向上しない場合があるからである。より好ましくは、0.3～0.6である。尚、充填率に関係して、セメントや樹脂材に混入する場合には、本発明の破砕物に加

え、従来の粉砕物を混入させても差しつかえない。

【0020】次に、本発明における廃棄FRPとは、テニスラケット、ゴルフシャフト、釣り竿、などのスポーツ用具、自動車や航空機などの輸送機器部材、風呂釜、壁材などの建築部材などに使用されている、ガラス、炭素、パルプ、テトロン、ナイロン、ビニロン、アクリル、アラミド、モダアクリル、アルミナ、窒化珪素などの各種補強繊維をエポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、フェノール樹脂、ベンゾオキサジン樹脂、ビニルエステル樹脂、などの熱硬化性樹脂、あるいは、ポリエチレン、ポリプロピレン樹脂、ポリアミド樹脂、ABS樹脂、ポチブチレンテレフタレート樹脂、ポリアセタール樹脂、ポリカーボネート等の樹脂などの熱可塑性樹脂、及びこれら樹脂をアロイ化した変性樹脂、ゴムなどのエラストマーなどで覆ったいわゆる廃プラのことである。樹脂で覆われているため、セメントや樹脂材との接着が良好で強度の高い部材にできる。

【0021】本発明の破砕物は、廃棄されたFRPを出発原料としており、かつ、樹脂と繊維を分離しないことから分離コストが不要であるため低コストであり、本破砕物を含有させたセメントや樹脂部材のコストは実用レベルまで低減することができる。特に、本発明では、破砕に要する投入エネルギーが少ないことから、環境負荷の極めて小さいリサイクル法となっている。

【0022】次に、廃棄FRPの中でも、ゴルフシャフト、釣り竿、ローラー、プロペラシャフト、トラスチューブなどの円筒状廃プラは、破砕物が曲がりを持った形状となりやすく好ましい。また、熱可塑性樹脂廃FRPは高靱性であるため曲がりを持った形状としやすい。

【0023】FRPの中でも好ましいのは、炭素繊維を含有するFRPが耐アルカリ性に優れ、長期的に強度を維持できるので好ましい。炭素繊維にはPAN系、ピッチ系があるがいずれでも好ましいが、破砕時に曲がりを持つようにするためにはPAN系の高強度繊維（弾性率は200GPa～800GPa、強度は2500MPa～10GPa）が好ましい。セメントに混ぜる場合には、弾性率が200GPa～400GPaの範囲内であるとセメントとの弾性率差が小さくなり、歪み集中が無くなって、耐寒性及び耐凍害性が向上して特に好ましい。アラミド繊維やポリチレン繊維などの有機繊維を含有する場合には、繊維が破砕中にフィブリル状を呈するため、破砕物は干渉し合うので好ましい。

【0024】樹脂としては、耐アルカリ性に優れるエポキシ樹脂、ポリエステル樹脂、ビニルエステル樹脂およびこれら樹脂の変性樹脂が好ましい。エポキシ樹脂は接着性にも優れていて最も好ましい。

【0025】次に、本発明の破砕物は、例えば、セメントやコンクリート、樹脂に混ぜ込んで使用することが可能である。

【0026】セメント材の成形法としては、型枠に流し

込む成形法、吹き付け成形法など公知の成形法が利用できる。破砕物を均一に分散させるという必要性が有る場合には、流し込む成形が好ましく、作業性は吹き付け成形が好ましい。

【0027】セメントの場合、上記したように、曲がりを持つ廃FRP破砕物は、セメント中で3次元的に均等分布するので、セメント材を厚み方向にも高強度とすることができる。また、セメント材は低歪みで分断するが、本発明の破砕物を混入させることで、セメント中に亀裂が生じた後でも分断せずに荷重負担するというモードを呈することが可能となる。

【0028】具体的なセメントとしては、公知のあらゆるセメントが使用できる。例えば、普通ポルトランドセメント、早強セメント、中庸熱ポルトランドセメント、耐硫酸ポルトランドセメント等の各種ポルトランドセメント、白色セメント、アルミナセメント、スラグセメント、シリカセメント、フライアッシュセメント、ローマンセメント、天然セメント、高炉セメント、微粒子セメント、発泡セメントなどの特殊セメントである。また、2種以上のセメントを混合して使用することも可能である。

【0029】さらに、セメントには、本発明のFRP破砕物以外に、本発明の破砕物製造時に発生する廃棄FRPからなる粉砕物／パウダー状物や一般にセメント材に混入される軽量骨材を添加させることも可能である。具体的には珪砂、砂、砂利、フライアッシュ、シラスバルーン、パーライト、ガラスバルーン、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 FeO 、 CaO 、 Na_2O 、 MgO などの中空物等の無機粉体材料、発泡性樹脂粉体としてポリプロピレン、ポリエチレン、スチレン、エチレン、ウレタン、フェノール、ポリエステル、アクリル、ブタジエンゴムラテックス等の有機高分子物質等が使用できる。

【0030】中でもガラスバルーンは吸水率が小さく、水／セメント比を小さくすることができ強度が向上するので好ましい。軽量骨材の混合比率はセメントに対し40～150重量％、FRPに対し200～5000重量％が好ましい。本範囲の下限値未満ではFRPの分散性を阻害する可能性があり、本範囲の上限値を越えると比重が大きくなりすぎて、自重により破壊が生じる可能性がある。

【0031】減水剤も使用可能であるが、セメントに対し10重量％以下、FRPに対し200重量％以下とすることが好ましい。セメントに対し1重量％未満では減水硬化が小さく、作業性が十分でない。セメントに対し10重量％を越えるとセメント硬化体の防火性能が低下しやすく、材料コストが上昇するため好ましくない。具体的な減水剤としては、AE減水剤、高性能減水剤がある。

【0032】セメント材への混入の形態は、かならずしも均一である必要はなく、例えば、セメント材が大型の

場合、セメント材の厚み中央に廃FRPよりもさらに軽量で低コストな炭化カルシウムなどの軽量フィラーを配置させ、本発明の破砕物をセメント材の表層に配置させても差し支えない。曲がりやを有する破砕物を選択的に配置させるためには、セメント材を分割成形することも有効である。すなわち、通常の工程で硬化させたセメント材の表面の一部または全部を曲がりやを有する破砕物を含有するセメントで覆って一体化させる等である。

【0033】本発明のFRP破砕物の周囲はセメントで隈無く覆われていても、破砕物同士を繋ぐように、セメントがバインダー的に付着していても差し支えない。セメントで隈無く覆われていると強度は著しく向上するが、比重も大きくなるため、重さとの関係で、適度にセメントの付着量を調節することが好ましい。セメントで隈無く覆う場合には、混入後に振動や熱等により気泡やガスを追い出す方法が有効であり、付着量を低下させる方法としては、空気やガスを混入させたり、発泡材を混入させたりすることが有効である。

【0034】さらに、本発明の破砕物が数cmと大きい場合には、破砕物が比較的大きな寸法で3次元的に形態保持するため、セメント成形時に使用されるセメント型枠等の成形補助資材を使用しなくてもセメントやセメント混和物が破砕物の間の空間に保持できて所望の形態に近い形状の部材が成形できる。型枠などの成形補助資材が不要となることで、極めて低コストでセメント部材を成形することができる。好ましい本発明の破砕物の混入量としては、3%~70%である。本請求項の範囲で重量と強度とコストのバランスが取れたセメント材となる。より好ましくは3%~40%である。

【0035】尚、セメント材の表層に破砕物を偏って分散させると、表層近傍が高強度となり、部材が曲げを受ける場合に好ましいが、本発明のFRP粉砕物をセメント材の表層に選択的に配置し、セメントの付着を少なくしてポーラス状にすると、吸音特性、保水性をもたせることもできる。ポーラス部には、種子や土が補足され易いので、植物や微生物の棲息場所となる等の効果も生じる。この場合、表面近傍の破砕物の混入量は10%~30%であることが好ましい。勿論、セメント材には、フォーム材や金属板などが埋設されていても差し支えないし、セメント部材の形状は中空であったり、中実であったり任意の形状である。

【0036】尚、湿度の多い環境で使用されるセメント部材の場合、粉砕物には耐アルカリ性が要求されることがあるので、粉砕物の補強繊維は耐アルカリ性のあるビニロン繊維、アラミド繊維、モダクリル繊維、カーボン繊維がより多く含まれていることが好ましい。

【0037】本発明のセメント材は、軽量、高強度、低コスト、耐腐食性に優れることから、壁材、屋根材、床材、セメント瓦、本瓦等の家屋屋根及び外壁等の建築部材などの建築用部材として、植木鉢、花壇柵、庭敷板な

どの園芸用品、テトラポット、護岸壁、鍾等の海洋構造物に適する。より具体的には、住宅、ホテル、学校、病院、事務所、劇場、体育館、オフィスビルなどの各種建築用資材。その他用途として、透水パネル、基礎パネル、防音パネル、断熱パネル、テトラポット、電柱、側溝、ヒューム管、屋根瓦、緑化用構造物も挙げられる。

【0038】次に、本発明の破砕物は、樹脂やゴムにも混入させて使用することができる。代表的な樹脂としては、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、フェノール樹脂、ベンゾオキサジン樹脂、ビニルエステル樹脂、などの熱硬化性樹脂、あるいは、ポリエチレン、ポリプロピレン樹脂、ポリアミド樹脂、ABS樹脂、ポリブチレンテレフタレート樹脂、ポリアセタール樹脂、ポリカーボネート等の樹脂などの熱可塑性樹脂、及びこれら樹脂をアロイ化した変性樹脂が挙げられる。

【0039】上記したセメントに混入させる場合と同様、樹脂においても、本発明の破砕物は局所的(選択的に)に配置させても、均質に配置させても差し支えない。また、一体成形しても、分割成形しても差し支えない。また、複数回に亘り硬化を繰り返しても差し支えない。また、本発明の破砕物以外のフィラー/添加材を併用しても差し支えない。樹脂の場合、セメントより比重が低いので、本発明の破砕物の添加量は3%~60%が適当である。

【0040】樹脂部材の用途としては、卓球台の天板、バスケットボールのパネル、得点や参加者の掲示パネルなどのスポーツ用品、工事現場で使用するパネルや掲示板などの土木資材、セメント瓦、本瓦等の家屋屋根及び外壁等の建築部材、その他産業用資材など、軽量性、耐久性と低コストが必要とされる資材が考えられる。建築用途では、フェノール樹脂は耐熱性に優れ、燃焼時の発生ガスも少なく好ましい。

【0041】尚、樹脂に混入した場合もセメントに混入した場合と同様、破壊がローカライズされて、亀裂が部材全体に進展しないため、釘を打てるといった従来にない特性が生じる。タイヤやベルト等のゴム材を含有する破砕物を混ぜ合わせると釘打ち性能はさらに向上する。

【0042】最後に、廃棄FRPには塗料やラベル、金属など、FRP以外の不純物が混入する可能性があるが、これら混入物を取り除くことは高コストとなるので、最終のセメント材の特性を害しない程度の範囲内で含まれていても差し支えない。それら不純物の割合は、10%以下が好ましく、5%以下がより好ましい。

【0043】

【実施例】本発明のセメント材の特徴を実施例によって述べる。

(実施例1) 市場から回収した炭素繊維強化複合材料製(炭素繊維は2種類:弾性率300GPa、強度5600MPaのものと弾性率400GPa、強度3000MPa、樹脂はエポキシ樹脂、繊維含有率は70%、硬化

度は95%)のゴルフシャフト円筒(長さ50cm~80cm、直径5mm~12mm)を一軸衝撃破砕機で1分間破砕(投入エネルギーは660キロジュール)した後、6mmの篩にかけて、定方向半径が6mm以上、曲率半径8cm以下の曲がり有る破砕物を1kg得た。本破砕物を1リットルのポリ容器に充填し、水を注ぐことで充填率を測定したところ、0.6であった。

【0044】本破砕物と、普通ポルトランドセメント、減水剤、標準砂、水を混ぜ合わせ(混合比率はセメントに対し、破砕物100重量%、水60重量%、減水材3重量%、標準砂100重量%)養生してセメント板(30cm×30cm、厚さ20mm)を得た。本セメント板は表面、内部に空孔を有しており、断面観察の結果、破砕物が3次的に均一分散していることが確認された。透水性を有し、比重は1.3であった。

【0045】本セメント板から曲げ試験片(95×60×20mm)を切り出し、3点曲げ試験した結果、最大荷重は破砕物を添加しないブランクセメント硬化体の170%であり、最大過重後も試験片はブランクセメントのように分離することなく、荷重負担した。

【0046】また、上記セメント板から切り出した曲げ試験片を海中に3ヶ月間放置したところ、空孔部に緑色物が付着していた。さらに、本試験片を曲げ試験したところ、最大過重、破壊モードに変化は見られなかった。(実施例2)実施例1において、破砕物の重量%を60とした以外は、実施例1と同じにしてセメント板(30cm×30cm、厚さ20mm)を得た。本セメント板も表面、内部に空孔を有しており、断面観察の結果、破砕物が3次的に均一分散していることが確認された。透水性を有し、比重は1.4であった。

【0047】本セメント板から曲げ試験片(95×60×20mm)を切り出し、3点曲げ試験した結果、最大荷重は破砕物を添加しないブランクセメント硬化体の130%であり、最大過重後も試験片はブランクセメントのように分離することなく、荷重負担した。

【0048】また、上記セメント板から切り出した曲げ試験片を吸水させて-30℃~80℃で熱サイクル試験(対流時間10分、サイクル数3000)したところ、ひび割れや剥離は認められなかった。さらに本試験片を曲げ試験したところ、最大過重、破壊モードに変化は見られなかった。

(実施例3)市場から回収した炭素繊維強化複合材料製(炭素繊維は2種類:弾性率500GPa、強度3000MPaのもの、弾性率450GPa、強度3000MPa、樹脂はエポキシ樹脂、繊維含有率は74%、硬化度は95%)の釣竿円筒(長さ80cm~120cm、直径6mm~15mm)を一軸衝撃破砕機で破砕(消費エネルギー600キロジュール/kg)した後、10mmの篩にかけて、定方向半径が10mm以上、曲率半径60mm以下の曲がり有る破砕物を500g得た。本破

砕物を1リットルのポリ容器に充填し、水を注ぐことで充填率を測定したところ、0.4であった。

【0049】本破砕物とポリエステル樹脂(主剤100部、硬化剤1部)を混合比率100:100で混ぜ合わせて、中央に厚さ5mmのポリウレタンフォーム(発砲倍率30倍)を有する厚さ9mmの樹脂パネルを得た。断面観察の結果、破砕物がポリウレタンフォームを対称にサンドイッチする形態で3次的に均一分散していることが確認された。ポリウレタンを除く部分の比重は1.4であった。

【0050】本樹脂パネルを正方形に切り出し、卓球台の天板としたところ、木製(厚さ25mm)のものより軽快な打球音を有することがわかった。

【0051】また、上記樹脂板から切り出した試験片を曲げ試験したところ、最大過重後に試験片は分離することなく、引き続いて荷重負担することが確認できた。

(比較例1)実施例1と同じ市場から回収した炭素繊維強化複合材料製(炭素繊維は2種類:弾性率300GPa、強度5600MPaのもの、弾性率400GPa、強度3000MPa、樹脂はエポキシ樹脂、繊維含有率は70%、硬化度は95%)のゴルフシャフト円筒(長さ50cm~80cm、5mm~12mm)をグラインダー(粒度#80)で微粉砕(粉砕品の粒径は約20μm)して1kgのCFRP粉末を得た。投入エネルギーは8000キロジュールであった。続いて、本破砕物を1リットルのポリ容器に充填し、水を攪拌して注ぐことで充填率を測定したところ、充填率は0.9であった。

【0052】本破砕物と、普通ポルトランドセメント、減水剤、標準砂、水を混ぜ合わせ(混合比率はセメントに対し、破砕物100重量%、水60重量%、減水材3重量%、標準砂100重量%)養生してセメント板(30cm×30cm、厚さ20mm)を得た。

【0053】本セメント板は断面観察の結果、均質であることが確認された。透水性はほとんどなく、比重は1.7であった。

【0054】本セメント板から曲げ試験片(95×60×20mm)を切り出し、3点曲げ試験した結果、最大荷重は破砕物を添加しないブランクセメント硬化体の90%であり、最大過重後、試験片は分離した。

【0055】

【発明の効果】本発明によれば、従来の粉砕品よりもセメントや樹脂材に添加してリサイクルすることにより適した廃棄FRP破砕物を得ることができる。また、破砕に要するエネルギーが小さいため、極めて低コストなリサイクルが可能となり、社会的貢献度は非常に高いといえる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 三日月状の本発明の廃棄FRP破砕物である。

【図2】 コイル状の本発明の廃棄FRP破砕物であ

る。

【図3】 S字状の本発明の廃棄FRP破砕物である。

【図4】 多葉状の本発明の廃棄FRP破砕物である。

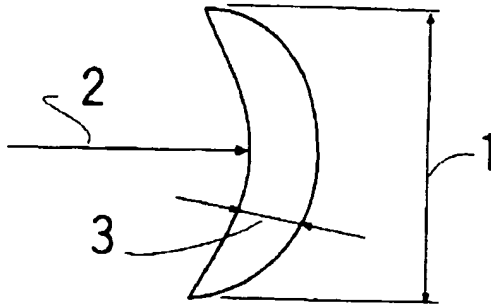
【符号の説明】

1：定方向径

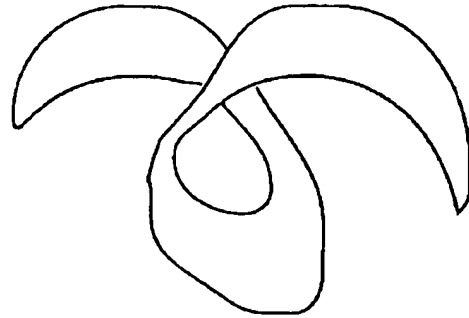
2：曲率半径

3：太さ

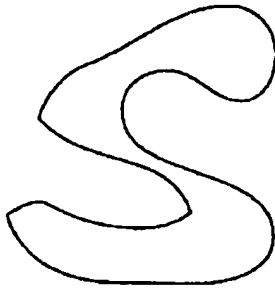
【図1】



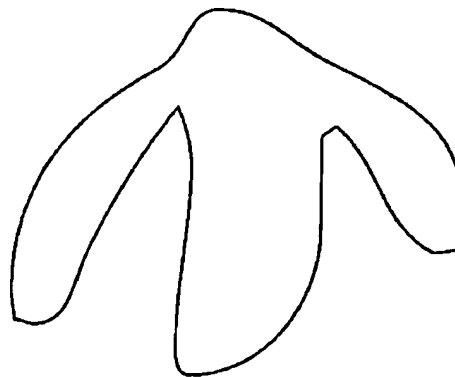
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷

B29K 307:04

B29L 31:10

識別記号

F I

テーマコード(参考)